

*Revista de Investigación Educativa*, 2003, Vol. 21, n.º 1, págs. 183-199

## **RENDIMIENTO MATEMÁTICO EN CONTEXTOS BILINGÜES: ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE ALGUNAS VARIABLES DEL CONTEXTO SOCIO-EDUCATIVO<sup>1</sup>**

*Manoli Pifarré Turmo, Jaume Sanuy Burgués, Angel Huguet Canalis y Conxita Vendrell Serès\**

### **RESUMEN**

*El trabajo que se presenta en este artículo se sitúa en el contexto bilingüe de la provincia de Lleida en la que coexisten dos lenguas en contacto, el catalán y el castellano, si bien existe un predominio de uso familiar y escolar de la primera de ellas.*

*En este contexto, nuestro estudio analiza cómo influyen en el rendimiento en matemáticas las variables del contexto educativo de condición lingüística familiar y situación socio-profesional de la familia, así como las variables individuales de cociente intelectual y autoconcepto matemático.*

*Los resultados globales muestran, en primer lugar, la importancia del lenguaje como instrumento mediador de la enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos, ya que el rendimiento de los alumnos en esta área curricular está en función del dominio y el uso de la lengua vehicular de la enseñanza —el catalán—.*

*En segundo lugar, se constata una correlación significativa entre el rendimiento matemático y las variables individuales de cociente intelectual y el autoconcepto sobre el propio rendimiento matemático.*

**Palabras Clave:** *Bilingüismo, rendimiento matemático, conocimiento lingüístico, contexto socio-educativo, autoconcepto, cociente intelectual.*

---

\* Facultat de Ciències de l'Educació. Departament de Pedagogia i Psicologia. Universitat de Lleida.

<sup>1</sup> El trabajo forma parte de un proyecto subvencionado dentro del Programa de Ayudas a la Investigación del Ayuntamiento de Lleida (PAERIA), convocatoria del 1997.

## SUMMARY

*This work is situated in the bilingual context of the Lleida province. In this province two languages are in contact, the catalan and the Spanish, but in the family and in the school context the Catalan language is used more frequently than the Spanish language.*

*In this context, our study analyses the influence of the variables of the social and educative context as such linguistic familiar condition and the social and professional condition of the family, and the individual variables as such: intellectual coefficient and self perception of mathematics achievement.*

*The results of our work show, on one hand, the relevance of the language as a mediator for the teaching and learning of mathematics contents. The achievement of the students in mathematics is related with the knowledge and the use of the teaching language —the Catalan—.*

*On the other hand, our work shows a significant correlation between the achievement in mathematics and the individual variables as the intellectual coefficient and the self-perception of the own achievement.*

**Key Words:** *Bilingualism, mathematics achievement, language knowledge, social and educative context, intellectual coefficient and the self-perception.*

## MARCO CONCEPTUAL

El dominio y el uso del lenguaje, en tanto que mediadores y como medios de aprendizaje, inciden en el desarrollo cognitivo y, por tanto, en la construcción de conocimientos escolares (Nelson, 1996). Partiendo de esta afirmación, este artículo se plantea analizar cuál es el efecto del uso y del dominio de diferentes lenguas en el aprendizaje de conocimientos escolares, concretamente en el aprendizaje de contenidos matemáticos. Para ello, nuestro trabajo se sitúa en un contexto de educación bilingüe, en el que nuestro principal objetivo consiste en estudiar qué variables del contexto social y educativo inciden en el aprendizaje de contenidos del área curricular de las matemáticas.

La investigación revisada sobre la influencia del dominio de una o más lenguas en el aprendizaje de contenidos matemáticos no presenta resultados totalmente concluyentes, aunque se apunta que ciertos modelos de educación bilingüe, al promover competencias en dos o más lenguas, no sólo promueven una mayor competencia lingüística, sino que pueden incidir también en el aprendizaje de habilidades y conocimientos matemáticos (Willing, 1985; Lukas, 1992; Lambert et al., 1993; Özerk, 1996).

La diversidad de los resultados obtenidos en el área de las matemáticas en contextos de aprendizaje bilingües se puede explicar por el peso que tienen en el resultado del aprendizaje cuatro tipos de variables: las características específicas de los diferentes modelos de educación bilingüe, las características referidas al contexto socio-educativo, las peculiaridades del proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos matemáticos, y las características individuales de los alumnos (Cummins, 1983; Brodie, 1989; Huguet y Suïls, 1998; Arnau, 1999; entre otros). A continuación, analizaremos las principales conclusiones más destables en la investigación educativa cuyo principal obje-

tivo conocer la influencia de estas cuatro variables en el aprendizaje de contenidos matemáticos.

En referencia a las repercusiones de las características específicas del modelo de educación bilingüe en el aprendizaje de contenidos matemáticos Lambert *et al.* (1993) evalúan cuatro programas de educación bilingüe (L1 inglés y L2 francés) con escolares de 4º a 6º, en los cuales se analiza el rendimiento matemático que obtienen los alumnos en ambos idiomas. Concretamente, las características de los cuatro programas son las siguientes:

- a) Programa denominado «French-as-a-second-language». Un especialista enseña francés como segunda lengua en periodos diarios de corta duración.
- b) Programa denominado «delayed immersion». La educación infantil y los niveles comprendidos entre primero y tercero reciben la instrucción en inglés. El francés se introduce en estos niveles iniciales como segunda lengua por un especialista y en periodos diarios y cortos. A partir del 4º nivel el francés se introduce de manera gradual como lengua vehicular de algunas asignaturas, entre ellas las matemáticas.
- c) Programa denominado «total early immersion». El francés es la lengua de instrucción en educación infantil, y entre el primer y el tercer nivel durante todo el día. A partir del 4º nivel el inglés se introduce de manera gradual como lengua vehicular de algunas asignaturas, entre ellas, las matemáticas.
- d) Programa denominado «French medium schooling». El francés es la lengua de instrucción en educación infantil, y entre los niveles primero y tercero durante todo el día. A partir del 4º nivel el inglés se introduce de manera gradual, en un principio 30 minutos cada día, como lengua vehicular de algunas asignaturas. Este grupo aprende las matemáticas durante toda la escolaridad en lengua francesa.

En este trabajo se apuntan diferencias significativas entre los diferentes modelos de educación bilingüe y el rendimiento matemático. Dicha relación resulta particularmente relevante en la evaluación del modelo de educación bilingüe «French-Medium». La evaluación realizada a este grupo de alumnos en el 6º nivel no sólo permite constatar que no hay retraso en L1, sino que también se comprueba que en varios tests en inglés y también en las pruebas de comprensión y computación matemáticas, este grupo obtiene un mejor rendimiento matemático que los estudiantes que siguen las enseñanzas exclusivamente en inglés (L1). En palabras de los autores, esta ventaja *«seems to depend on some form of transfer from the second language to the first, as through information received and processed through the second percolates down to the first in some as-yet unexplained manner»* (p. 18).

Özerk (1996) realiza una investigación para analizar el rendimiento en matemáticas en escolares de 4º grado en Noruega. Este trabajo constata el efecto de otras variables que inciden en el rendimiento matemático, además de las características específicas del modelo de educación bilingüe (básicamente referidas a la lengua o las lenguas utilizadas durante la instrucción). En este estudio se observa que las variables del proceso

de enseñanza-aprendizaje como la comprensión y las estrategias de resolución de problemas que utilizan los alumnos para resolver las tareas matemáticas son relevantes para explicar los resultados obtenidos.

Özerk (1996) se sirve de un diseño compuesto por dos variables entre: a) programa de enseñanza bilingüe (BL) con dos profesores (L1 + L2 Noruego) *versus* enseñanza monolingüe (ML) en L2 y b) grupo minoría inmigrante L1 (LMS) *versus* L1 noruego. El rendimiento en matemáticas se evalúa mediante un test que contempla los contenidos matemáticos estudiados durante el curso (cálculo aritmético y tareas que requieren comprensión verbal, los cuales incluyen contenidos de matemáticas formales y contenidos de matemáticas en contexto no formal).

El resultado más notable que arroja este estudio se manifiesta en la ausencia de diferencias en el rendimiento matemático en grupo ML noruegos y BL. Sin embargo, no ocurre lo mismo en el grupo LMS sin enseñanza BL, que obtiene resultados inferiores.

Los resultados indican que el número de errores es similar en los ML L1 y BL con dos profesores, al tiempo que se muestran inferiores a los resultados obtenidos por los alumnos LSM que no han seguido una enseñanza BL; esto ocurre en todos los apartados del test. Se observa que, en el peor grupo, los errores son de competencia computacional (falta de conocimiento de reglas, estrategias, etc.) mientras que en los otros dos grupos se trata de errores asociados al tipo «performance» (conocimiento de reglas aunque el resultado sea erróneo).

Parece, pues, que el sistema de enseñanza bilingüe favorece la comprensión de los conceptos matemáticos enseñados, de modo que así se aprende a computar y a interpretar los problemas escritos; no obstante la enseñanza exclusiva en lengua noruega en los alumnos LSM no es suficiente para comprender los conceptos matemáticos.

Un tercer resultado relevante manifiesta que los alumnos LSM con enseñanza BL y los alumnos noruegos que han seguido una enseñanza ML cometen aproximadamente el doble de errores en los ítems que requieren verbalizaciones que en aquéllos en los que sólo se requiere computar, mientras que el porcentaje de errores es similar en los alumnos LSM que han seguido una enseñanza ML. El análisis de estos resultados señala que, debido a la falta de dominio de la lengua de instrucción, los alumnos no han tenido oportunidad de comprender o aprender el conocimiento básico y las habilidades matemáticas enseñadas en clase.

El influjo de variables del contexto educativo en el rendimiento matemático, referido a los procesos de enseñanza-aprendizaje en situaciones de educación bilingüe, también ha sido destacado en el trabajo realizado por Secada (1991). En este estudio se analiza la relación del rendimiento en la resolución de problemas aritméticos de 45 alumnos hispanos bilingües de 1r. grado tomando en consideración la estructura semántica del problema. Los alumnos que siguen una enseñanza bilingüe resuelven 10 problemas verbales sobre adición y sustracción en inglés y en español. Los resultados se comparan con los obtenidos por un grupo de alumnos que sigue una enseñanza monolingüe. Del cotejo se deduce que los alumnos hispanos que siguen un programa de enseñanza bilingüe, a pesar de manifestar un nivel de competencia del inglés bajo, obtienen resultados similares a sus iguales ingleses (que han seguido una enseñanza monolingüe) en la resolución de problemas verbales.

El autor sostiene que las diferencias en la resolución de problemas de los dos grupos de alumnos deben buscarse en la mediación de variables como: a) la comprensión y el dominio de la estructura semántica del problema. Estudios realizados en el ámbito de la resolución de problemas destacan esta variable como determinante en la explicación de los resultados obtenidos en los problemas verbales (por ejemplo: Greeno, 1980; Mayer, 1985; Orrantia *et al.*, 1995); b) el tipo y la cantidad de estrategias en la resolución de problemas utilizadas por los alumnos, ya que se apunta que los alumnos que han seguido una enseñanza bilingüe, a diferencia de los que han seguido una enseñanza monolingüe, utilizan un número más limitado de estrategias para resolver problemas en diferentes contextos. La explicación a esta posibilidad se sustenta en la teoría que argumenta que los procesos cognitivos de los alumnos bilingües no están constreñidos por las estructuras semánticas y sintácticas del lenguaje.

En esta misma línea de trabajo se encuentra la investigación realizada por Bernardo (1999) con alumnos filipinos monolingües (inglés) *versus* bilingües (filipino-inglés). Este autor analiza el influjo de la interacción entre dos tipos de variables en el rendimiento matemático. Así, dos variables individuales, nivel de escolarización y rendimiento matemático previo, interactúan con dos variables instruccionales, lengua vehicular del problema, y uso y aprendizaje de una estrategia de comprensión basada en reescribir el problema, de manera que se facilita la explicación, por parte del alumno, de todas las condiciones presentadas en el enunciado.

Entre los resultados obtenidos en este trabajo destacamos, en primer lugar, la relevancia que tiene la lengua vehicular del problema. Los alumnos obtienen mejores resultados cuando el problema se presenta en L1; si emplean la variable instruccional consistente en reescribir el problema en L1, los resultados conseguidos son mejores que cuando se utiliza la L2. En segundo lugar, este trabajo destaca el peso decisivo que tienen las características individuales de los alumnos sobre los resultados alcanzados. Los alumnos con un rendimiento alto obtienen mejores resultados en todas las situaciones experimentales que los alumnos con un rendimiento matemático bajo, además el efecto negativo de la lengua instruccional es menor en los alumnos con un rendimiento alto.

Finalmente, numerosos estudios muestran la necesidad de tener en cuenta las características individuales del sujeto en referencia al aprendizaje en una situación bilingüe: cociente intelectual, creencias, motivación, actitudes y procesos cognitivos de índole reflexiva o metacognitiva, factores que se encuentran implicados en la resolución de tareas matemáticas y que se ven favorecidos por el empleo del lenguaje mediacional (Huguet y Suñls, 1998; Bernardo, 1999; Huguet, Vila y Llorca, 2000).

En síntesis, los estudios revisados hasta este momento dan cuenta de la necesidad de una aproximación gradual al estudio de las variables contextuales (sociales y educativas) que influyen en el aprendizaje de conocimiento lingüístico y matemático. Nuestro estudio se sitúa en esta línea de trabajo, y tiene por objetivo analizar la incidencia de diferentes variables del contexto socio-educativo en el rendimiento matemático de alumnos de 2º curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (antes, final de la Educación General Básica) que están inmersos en un proceso de cambio de sistema educativo. Este cambio implica la inserción de rasgos contextuales diferentes, tanto en

lo tocante a características curriculares y organizativas como a las ambientales que pueden incidir en el proceso de aprendizaje y en los resultados que de él se derivan.

Concretamente, el presente estudio dedica su análisis a los escolares que habitan en territorios bilingües de la provincia de Lleida, caracterizados por la presencia de dos lenguas en contacto (catalán y castellano). Se trata de un alumnado mayoritariamente de habla catalana que ha tenido la posibilidad de seguir durante toda su escolaridad un currículum en el que la lengua vehicular es el catalán, mientras que el estudio del castellano se contempla como asignatura específica.

Así pues, en nuestro trabajo no tratamos de comparar la efectividad de dos o más modelos de educación bilingüe, sino que el principal objetivo busca analizar la relación entre las características sociales y educativas del alumnado, por un lado; y por otro lado, el rendimiento matemático que obtienen en unas situaciones de monolingüismo/bilingüismo. Las situaciones de monolingüismo/bilingüismo del alumnado que participa en nuestro estudio vienen dadas por características sociales, principalmente lengua familiar, ya que el modelo de educación que acoge a los alumnos favorece el uso de una sola lengua —el catalán— para el aprendizaje de las matemáticas.

## MÉTODO

### Sujetos

Los sujetos son alumnos procedentes del 2º curso del primer ciclo de ESO que asistían a clase durante el curso 1998-99 (13-14 años).

La muestra total comprende a 495 alumnos, que asisten a 21 grupos-clases correspondientes a 20 centros públicos ubicados en 20 localidades diferentes de la provincia de Lleida. La selección de los centros se ha realizado al azar, de manera que estuvieran representadas las 11 comarcas de la provincia, en proporción al número de alumnos de la población (2465 en el curso 97/98). Se ha excluido la comarca de la Val D'Aran habida cuenta de la situación lingüística peculiar que presenta.

El total de la muestra de 495 alumnos y alumnas de 2º de ESO corresponde al 20,08 de la población, lo que supone un riesgo alfa del 0,04 en el total del grupo.

Cabe señalar que, a efectos de análisis, de los 495 sujetos se han eliminado 12 que no han podido responder a algunas de las 5 pruebas de evaluación. Por tanto, la muestra final que se utiliza en el presente artículo está constituida por 483 sujetos. El programa estadístico utilizado computa como «missing» aquellos ítems de las diferentes pruebas que no han sido respondidos por los alumnos.

De los 483 sujetos, 277 son varones y 206, mujeres. Del total, 255 (54%) se consideran pertenecientes a familias que hablan catalán, 128 (27%) señalan que hablan castellano, 92 (19%) se califican como bilingües y 5 (1%) se manifiestan hablantes de otras lenguas, mientras que 3 sujetos no responden. Esta variable se ha recodificado a efectos estadísticos en tres únicas categorías: catalán, castellano y bilingüe.

La variable situación socioprofesional se ha recodificado en tres categorías: la categoría «baja», en la que se incluyen 288 sujetos (el 62% de la muestra); la categoría

«media», que está compuesta por 108 sujetos (el 23% de la muestra); y finalmente, la situación socioprofesional alta, que comprende a 71 sujetos (el 16%).

A su vez, se ha evaluado el cociente intelectual de los alumnos, de donde se ha obtenido una media de 103,95 y una desviación típica de 16,40, parámetros muy cercanos a los del test (100 y 16 respectivamente). A efectos de análisis comparativos, esta variable se ha recodificado en tres categorías: «baja» (para valores inferiores a 84), «media» (valores comprendidos entre 85 y 115) y «alta» (valores superiores a 115). La categoría «alta» representa el 25,5 % de la muestra; la «media», el 61,3 %; y la baja, el 13,2%.

## Diseño

Nuestro estudio considera que las puntuaciones obtenidas en la prueba de matemáticas «*Learning Mathematics de la IAEP*» constituyen la principal variable dependiente.

Con el objetivo de conocer la influencia del dominio de la lengua vehicular en la enseñanza de contenidos matemáticos, también se han recogido datos sobre el nivel de dominio de la lengua catalana de los alumnos; dichos datos se consideran como una segunda variable dependiente. Para alcanzar este objetivo, se ha utilizado la «*prueba de conocimiento lingüístico catalán*» construida por Bel, Serra y Vila (1991).

A continuación, se presentan las variables dependientes consideradas en el estudio, agrupadas en cinco categorías:

- Condición Lingüística Familiar (CLF): catalán / bilingüe / castellano
- Situación socio profesional de la familia (SSP): alto / medio / bajo
- Idioma en que se realiza la prueba de evaluación. De forma aleatoria, la mitad de la muestra ha realizado la prueba en catalán (240 sujetos) y la otra mitad la ha realizado en castellano (243 sujetos).
- Cociente intelectual: superior / medio / inferior
- Autoconcepto con relación al rendimiento matemático: muy de acuerdo/ de acuerdo/ Indeciso/ desacuerdo/ muy en desacuerdo

## Homogeneidad de muestras relevantes

A fin de determinar si se aprecian diferencias significativas en relación al cociente intelectual, en función de las variables socio demográficas que pudieran tener una influencia directa sobre el rendimiento matemático. El AVAR simple mostró la ausencia de diferencias significativas en la variable CLF para una  $F_{2,472} = 2,74$ ,  $p = 0,0656$  (medias: 105,5 catalana; 101,38 castellana y 103,83 bilingüe), lo que consideramos un indicador de la homogeneidad de las muestras con relación al cociente intelectual.

El idioma de pasación de las pruebas de matemáticas es otra variable que podría estar condicionada por unas muestras sesgadas desde el punto de vista del cociente intelectual. Sin embargo, se constata una homogeneidad de las muestras, ya que la diferencia entre los grupos que reflejan las medias de 104,18 en el grupo de pasación en castellano y de 103,72 de pasación en catalán no resultan significativas ( $F_{1,481} = 0,09$ ,  $p = 0,7603$ ).

Asimismo, las muestras resultan homogéneas con respecto al idioma en el que se realiza la prueba de matemáticas; así, 243 sujetos la hacen en castellano y 240 la responden en catalán ( $\chi^2$  cuadrado = 4,66 para DF =19 p. 0,9997).

### Material e instrumentos

Los alumnos y alumnas han realizado un total de tres pruebas:

a) Evaluación del conocimiento matemático: El instrumento utilizado para evaluar el conocimiento matemático es la versión española de la prueba *Learning Mathematics* de la I.A.E.P. (*The International Assessment of Educational Progress*, para 13 años. Se elaboró a partir de una muestra de 175.000 alumnos y alumnas de 20 países, que también incluía a los alumnos pertenecientes a todas las Comunidades Autónomas del Estado Español, excepto Cataluña.

La versión de la prueba destinada a los alumnos de 13 años consta de 76 cuestiones de matemáticas que se hallan repartidas en cuatro bloques de 19 ítems cada uno, lo que nos permite obtener una puntuación total (IAEP.TOT). A su vez, los 76 ítems se pueden agrupar para evaluar tres habilidades básicas o procesos cognitivos: comprensión de conceptos (CU), conocimiento procesual (PK) y resolución de problemas (PS); también resultan útiles para medir cinco áreas de contenido: números y operaciones (NUM), cálculo (MEA), geometría (GEO), análisis de datos (DAT) y álgebra y funciones (ALG). En todos los bloques hay ítems de todos los tipos, insertados de forma aleatoria para evitar que la presentación y el cansancio interfieran su realización (Educational Testing Service, 1992).

A pesar de que esta prueba ha sido baremada en España, se ha procedido a una baremación *ad hoc* a fin de precisar su bondad en la población de referencia, puesto que no se dispone de unos parámetros de fiabilidad y validez específicos al respecto.

Como medida de validez, se ha procedido a preguntar al profesorado tutor de los alumnos una serie de cuestiones relativas a cada alumno en particular respecto a su percepción del rendimiento en matemáticas (E 48.3 a). Las respuestas escalares tienen cinco opciones codificadas desde Muy bueno a Muy deficiente.

La correlación simple entre la valoración del profesor tutor y el rendimiento en la prueba de matemáticas es significativa 0,61 para  $n=482$ , y puede considerarse moderadamente alta, lo que indica un aceptable grado de validez empírica.

Un criterio adicional con respecto a la validez criterial de la prueba de matemáticas ha consistido en pedir la opinión a los profesores tutores sobre la adecuación de la prueba de matemáticas al currículum escolar. Dicha correlación resulta significativa 0,43 para  $n=459$ , aunque deba considerarse moderada.

Por lo que respecta a la fiabilidad, se ha utilizado la técnica de dos mitades a partir de los ítems pares e impares para confeccionar la puntuación total. La correlación entre ambos resulta muy elevada 0,87 para  $n=483$ .

A su vez, se ha procedido a comparar la ejecución de la prueba de matemáticas por centros, correlacionando las puntuaciones totales de los sujetos que la han realizado en castellano con los que la han realizado en catalán. Dicha correlación de 0,50 para  $n=20$  también es considerablemente elevada, e indirectamente fiable.



Esta prueba también ha aportado datos sobre el autoconcepto o autovaloración de los alumnos y alumnas. Concretamente, en la pregunta 15 de la parte quinta de la prueba.

b) Evaluación del conocimiento lingüístico del catalán. El instrumento utilizado para evaluar el conocimiento de la lengua catalana es la «prueba de conocimiento lingüístico catalán» de Bel, Serra y Vila (1991). En esta prueba se analizan los siguientes aspectos: CO (Comprensión Oral), MS (Morfosintaxis), ORT (Ortografía), CE (Comprensión Escrita), EE (Expresión Escrita), EO (Expresión Oral), FON (Fonética) y LECT (Lectura). Al final se obtienen dos puntuaciones PG1 y PG2. El primer índice aparece a partir de las cinco primeras subpruebas, que son escritas, mientras que en el segundo intervienen la totalidad de las pruebas, es decir, las anteriores más las tres últimas, que son orales.

c) Evaluación de las variables socio-familiares. El tercer ejercicio que han realizado los alumnos y alumnas ha consistido en el *cuestionario* que nos permite controlar variables tales como la condición lingüística familiar, nivel socioprofesional de las familias y otras más puntuales relativas al uso de las lenguas.

d) Evaluación del cociente intelectual. Con el propósito de realizar una medición a través de una prueba que minimizase la influencia de factores como la fluidez verbal, el nivel cultural, etc., se optó por un test de factor «g»; en concreto, se eligió la Escala 2. Forma A del Test de Factor «g» (Cattell y Cattell, 1990). La prueba tiene un ámbito de aplicación que va de los 8 a los 14 años. Se halla compuesta por 46 elementos distribuidos en cuatro subtests (series, clasificación, matrices y condiciones); y la puntuación final viene dada en centiles y en C.I. de desviación media 100 y desviación típica 16.

## Procedimiento

Previamente a la aplicación de las pruebas, y con el objetivo de obtener los correspondientes permisos, se contactó con el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya. Posteriormente, se procedió a informar a las escuelas acerca de las razones del estudio, se solicitó su conformidad y se estableció el calendario de realización de las pruebas.

Los escolares realizaron las pruebas de forma colectiva durante el segundo trimestre del curso escolar 1998-99.

En todos los casos, el personal responsable de la aplicación de las pruebas de evaluación y de la corrección de los protocolos recibió un entrenamiento específico a tales efectos.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### a) Relación entre rendimiento matemático y la condición lingüística familiar

El uso de una determinada lengua tiene claros efectos sobre el rendimiento matemático de los escolares [ $F(2,472) = 6,49$ ,  $p < .005$ ]. Los alumnos cuyas familias son catalanohablantes obtienen mejores resultados que los alumnos de familias bilingües o de

familias de habla castellana. Tal y como se observa en la figura 1, los alumnos de familias castellanohablantes son los que obtienen un rendimiento matemático menor.

La prueba estadística *post hoc* Games/howell constata que las diferencias observadas en el rendimiento matemático en función de la variable independiente «condición lingüística familiar» son estadísticamente significativas entre los alumnos de habla castellana y los alumnos de habla catalana.

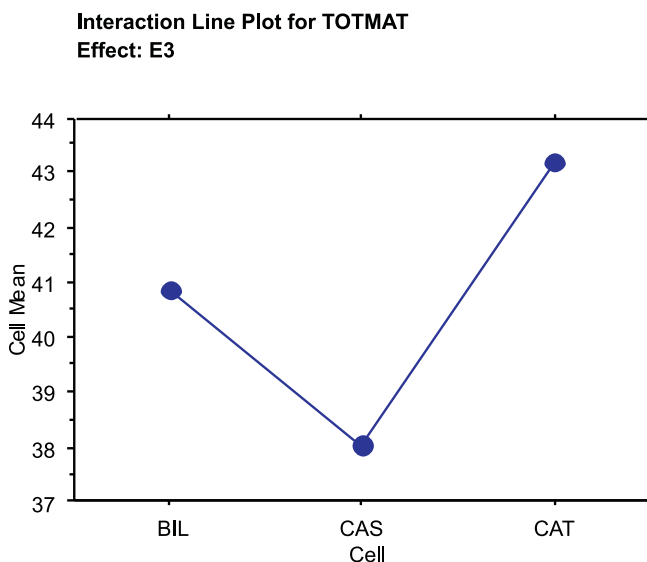


Figura 1

*Rendimiento matemático en función de la condición lingüística familiar.*

*Categorías: BIL: Bilingües, CAS: Castellano y CAT: Catalán.*

Sometemos a análisis los resultados obtenidos por los alumnos en la prueba de conocimiento del catalán con el objetivo de comprobar si el menor rendimiento en matemáticas de los alumnos castellanohablantes es debido a un conocimiento insuficiente del catalán.

Los resultados obtenidos en la prueba de conocimiento del catalán, en función de la variable independiente «condición lingüística familiar», muestran que los alumnos de habla castellana poseen un conocimiento significativamente menor, tanto oral como escrito, de la lengua vehicular de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas al que presentan los alumnos de habla catalana. En cambio, las diferencias en el nivel de conocimiento del catalán que se observa entre los alumnos de habla castellana y los alumnos bilingües no son estadísticamente significativas.

Como se observa en la tabla 1, el alumnado con un entorno lingüístico familiar bilingüe obtiene mejores resultados que sus iguales de entorno familiar castellano hablante. No obstante, sus resultados son inferiores cuando se los compara con los

obtenidos por el alumnado que vive en un entorno familiar catalán monolingüe. En términos globales, el alumnado cuya condición lingüística familiar es de uso exclusivo del catalán muestra un mejor conocimiento del catalán y obtiene resultados superiores a los otros dos grupos.

TABLA 1  
RESULTADOS OBTENIDOS EN EL NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL CATALÁN  
ESCRITO (PG1T) Y EN EL NIVEL DE CATALÁN ORAL (PG2T)

| V. D.: «CLF» | Nº alumnos | Media |       | Desviac. Típica |       | Error |      |
|--------------|------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|------|
| Índices      |            | PG1T  | PG2T  | PG1T            | PG2T  | PG1T  | PG2T |
| Bilingüe     | 20         | 69,56 | 72,25 | 12,17           | 9,65  | 2,72  | 2,16 |
| Castellano   | 25         | 62,06 | 65,91 | 13,75           | 11,84 | 2,75  | 2,37 |
| Catalán      | 51         | 73,97 | 76,04 | 13,04           | 10,92 | 1,83  | 1,53 |

Los resultados obtenidos por los alumnos en la prueba de matemáticas y en la de conocimiento del catalán, en función de la condición lingüística familiar, permiten afirmar que el dominio de la lengua vehicular del proceso de enseñanza-aprendizaje —el catalán— favorece su rendimiento académico en esta área curricular.

### **b) Relación entre rendimiento matemático y la situación socio-profesional de la familia**

La variable independiente referida al nivel socio-profesional de las familias tiene efectos estadísticamente significativos en el rendimiento matemático de los alumnos [ $F(2,464) = 7,36, p < ,0005$ ].

Como se puede observar en la figura 2, y a diferencia de lo que se podía esperar *a priori*, los alumnos que obtienen mejores resultados son los alumnos pertenecientes a familias de un nivel socio-profesional medio. La prueba estadística *post hoc* Games/howell sólo ha detectado diferencias estadísticamente significativas entre los alumnos pertenecientes a familias de un nivel socio-profesional bajo y los alumnos pertenecientes a familias de un nivel socio-profesional medio. Sin embargo, los alumnos pertenecientes a familias de un nivel socio-profesional alto y los pertenecientes a familias de un nivel socio-profesional bajo obtienen resultados estadísticamente similares.

### **c) Relación entre rendimiento matemático y el idioma en que se realiza la prueba de evaluación**

No se constatan diferencias entre los resultados obtenidos por los alumnos que realizan la prueba de evaluación en catalán y los que la realizan en castellano ( $F(1,481) = 0,05, p = 0,823$ ). Tal y como se puede apreciar en la figura 3, ambos grupos obtienen medias similares.

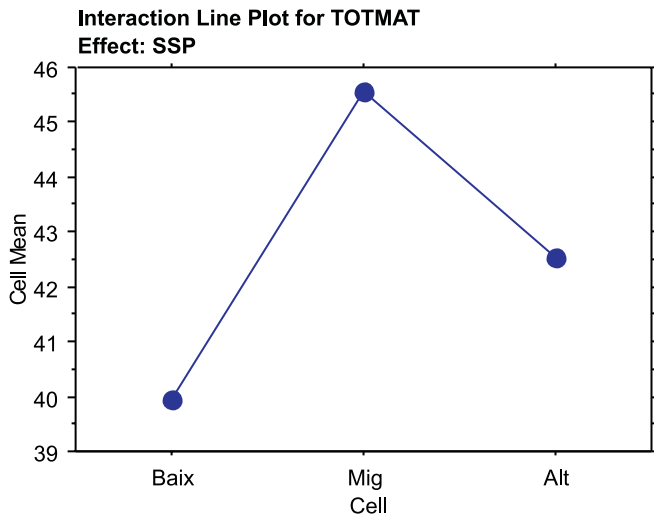


Figura 2

*Rendimiento matemático en función de la situación socio-profesional de la familia.*

*Categorías: Baix: nivel bajo, Mig: nivel medio y Alt: nivel alto.*

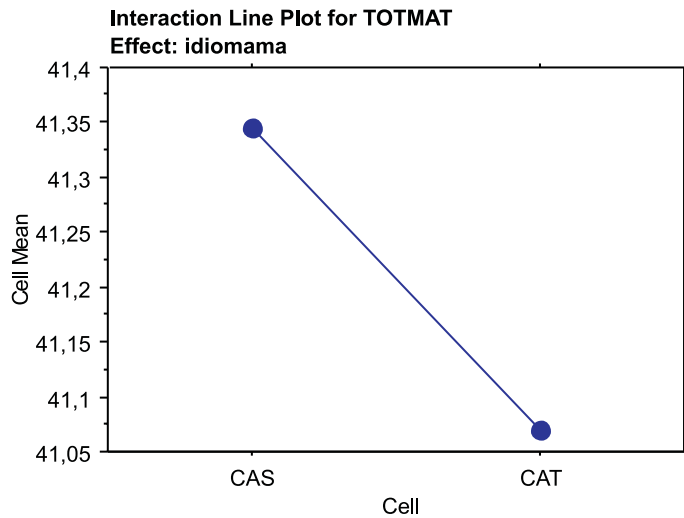


Figura 3

*Rendimiento matemático en función del idioma en que se realiza la prueba de evaluación.*

*Categorías: CAS: castellano y CAT: catalán.*

Desde nuestro punto de vista, la ausencia de diferencias en el rendimiento sugiere que los alumnos alcanzan un aprendizaje de los contenidos matemáticos suficiente por medio de la lengua vehicular (mayoritariamente catalán) para poder responder la misma prueba en castellano. Dicho de otro modo, cabe considerar que se transfieren los aprendizajes matemáticos que se han obtenido trabajando en lengua catalana a la otra lengua.

#### d) Relación entre rendimiento matemático y cociente intelectual

La variable independiente relacionada con el cociente intelectual tiene efectos estadísticamente muy significativos en el rendimiento matemático alcanzado por los alumnos [ $F(2,480) = 47,42$ ,  $p < ,0001$ ]. La prueba estadística *post hoc* Games/howell muestra diferencias estadísticamente significativas entre las tres categorías de esta variable.

Tal y como se observa en la tabla 2, el rendimiento matemático que obtienen los alumnos está directamente relacionado con el índice de su cociente intelectual.

TABLA 2  
RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE MATEMÁTICAS EN FUNCIÓN DE  
LA VARIABLE DEPENDIENTE DEL COCIENTE INTELECTUAL

| V. D.: C.I. | Nº alumnos | Media | Desviac. Típica | Error |
|-------------|------------|-------|-----------------|-------|
| Alto        | 123        | 49,45 | 12,08           | 1,09  |
| Medio       | 296        | 39,78 | 12,48           | 0,73  |
| Bajo        | 64         | 31,98 | 12,07           | 1,51  |

#### e) Relación entre rendimiento matemático y autoconcepto matemático

En nuestro estudio la autovaloración o autoconcepto del alumno en relación a su rendimiento en matemáticas está muy ligado al resultado que se obtiene en la prueba de evaluación [ $F(4,472) = 24,07$ ,  $p < ,0001$ ]. Los alumnos con mejor autoconcepto de sus aptitudes matemáticas también son los alumnos que obtienen mejores resultados, tal y como se observa en la figura 5.

La prueba estadística *post hoc* Games/howell muestra diferencias estadísticamente significativas en todas las categorías que puede presentar esta variable.

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en nuestro estudio destacamos, en primer lugar, la incidencia de las variables analizadas del contexto socioeducativo —condición lingüística familiar y situación socio-profesional de la familia— y de las variables individuales —cociente intelectual y autoconcepto matemático— en las cotas de rendimiento matemático que obtienen los alumnos y las alumnas que han participado en nuestro trabajo.

En segundo lugar, nuestro trabajo ha señalado la importancia del lenguaje como instrumento mediador de la enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos, ya que el rendimiento de los alumnos en esta área curricular está en función del dominio y el uso de la lengua vehicular de la enseñanza —el catalán—. De este modo, se confirma el hecho de que el lenguaje matemático no sólo representa un lenguaje de símbolos ajeno al lenguaje natural, sino que aquél requiere de éste (Barberà, 1996).

Siguiendo esta línea argumental, en nuestro estudio los alumnos de familias de habla castellana obtienen un rendimiento matemático menor al no haber adquirido el dominio suficiente de la lengua en la que reciben la instrucción. Este resultado coincide con la hipótesis de interdependencia lingüística de Cummins (1976, 1981) y con los resultados obtenidos en otros estudios que analizan la influencia del dominio de una o más lenguas en el rendimiento matemático (Lambert, et al., 1993; Özerk, 1996; Huguet, et al. 2000).

Desde nuestro punto de vista, la importancia del desarrollo lingüístico de los alumnos como variable explicativa de su rendimiento matemático también se observa cuando se analizan los resultados obtenidos por los alumnos en función del idioma en que se realiza la prueba de evaluación —catalán o castellano—. En nuestro estudio, no se observan diferencias estadísticamente significativas ligadas a esta variable independiente. De acuerdo con Cummins (1981) y Vila (1995), este resultado mostraría que los alumnos han adquirido un nivel de conocimiento lingüístico en catalán que les permite transferir las habilidades matemáticas adquiridas en la lengua vehicular de la instrucción —el catalán— a otra lengua —en nuestro caso, el castellano—.

Finalmente, destacamos la influencia de la variable de autovaloración o autoconcepto sobre el propio rendimiento matemático que presentan los alumnos. Nuestro trabajo muestra una correlación significativa entre el autoconcepto y el rendimiento matemático. A nuestro juicio, este resultado es muy importante porque confirma la incidencia de componentes metacognitivos implicados en la resolución de tareas matemáticas. El estudio del concepto de la metacognición ha apuntado la existencia de dos dimensiones de la actividad metacognitiva: el conocimiento sobre los propios procesos cognitivos —o conocimiento declarativo sobre el funcionamiento psicológico— y la regulación de los procesos cognitivos —o conocimiento procedimental (Flavell, 1992).

La variable analizada en nuestro estudio se situaría en la primera dimensión señalada, en la cual autores como Moreno (1989) y Martí (1995) incluyen el conocimiento que el sujeto tiene sobre variables personales, tanto referidas al conocimiento sobre las cualidades y capacidades permanentes del propio sujeto (por ejemplo: una fórmula matemática se recuerda mejor al leerla o transcribirla que al escucharla únicamente), como las referidas al conocimiento de los procesos y estados transitorios, muy relacionados con las características de una tarea concreta (por ejemplo: saber resolver un problema de geometría).

En este sentido, los estudios de Schoenfeld (1992), y de Baxer, Elder y Glaser (1996) demuestran la influencia que los procesos metacognitivos ejercen en la resolución de problemas matemáticos, tal y como señalan los resultados arrojados por nuestro trabajo. Estos estudios comparan el proceso de resolución de problemas de personas noveles —o de baja competencia en resolver problemas— con el proceso seguido por

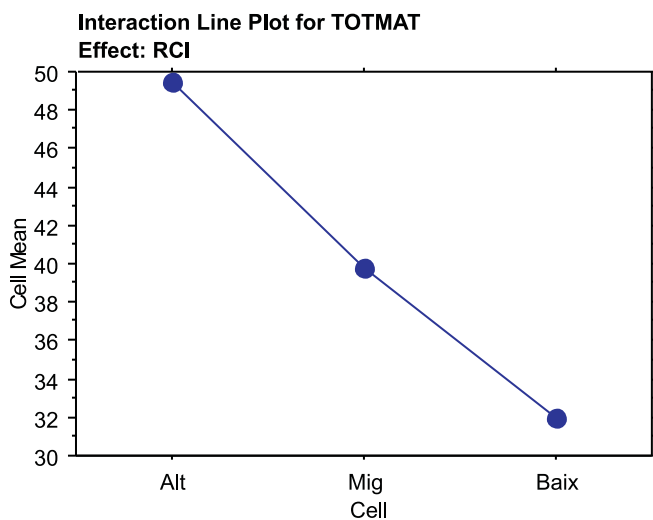


Figura 4

*Rendimiento matemático en función del cociente intelectual.*  
Categorías: Alt: nivel alto, Mig: nivel medio y Baix: nivel bajo

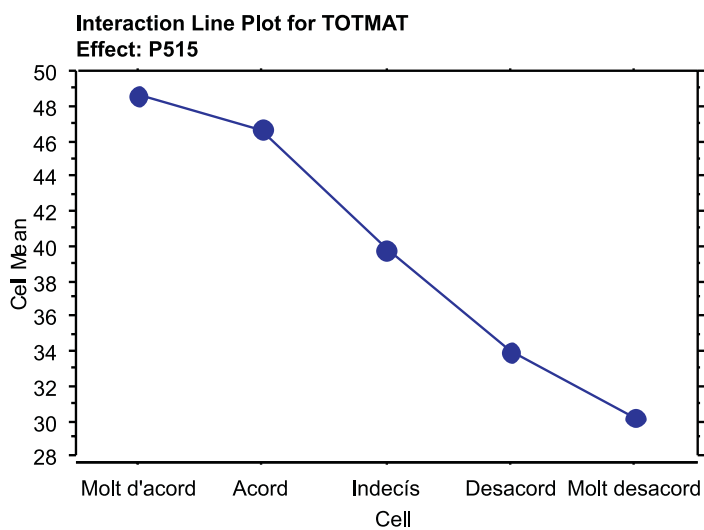


Figura 5

*Rendimiento matemático en función del autoconcepto matemático.*  
Categorías: Molt d'acord: muy de acuerdo, Acord: De acuerdo, Indecís: Indeciso, Desacord: En desacuerdo y Molt desacord: Muy en desacuerdo.

personas expertas —o de alta competencia en resolver problemas—; a resultados de la comparación se demuestra que las personas expertas, a diferencia de las noveles, presentan durante el proceso de resolución del problema un mayor número de comentarios de tipo metacognitivo referido a aspectos de la persona —principalmente, conocimiento y utilización de los propios recursos, así como las aptitudes personales para resolver el problema— y a los aspectos del conocimiento sobre las características del problema —fundamentalmente, conexión con la resolución de problemas similares resueltos anteriormente, conocimiento del tipo de problema y de los procedimientos matemáticos que deben emplearse en su resolución.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arnau, J. (1999). Aproximaciones pedagógicas en la enseñanza de una segunda lengua a través de las matemáticas en la inmersión temprana. *Infancia y Aprendizaje*, 86, 41-56.
- Barberà, E. (1996). La función del lenguaje en la educación matemática. *Cultura y Educación*, 4, 93-102.
- Baxter, G., Elder, A. y Glaser, R. (1996). Knowledge-based cognition and performance assessment in the science classroom. *Educational Psychologist*, 31 (2), 133-140.
- Bel, A.; Serra, J. M. y Vila, I. (1991). *El coneixement de llengua catalana i llengua castellana en acabar l'ensenyament obligatori el 1990*. Documento no publicado. Barcelona: Departament d'Ensenyament-SEDEC.
- Bernardo, A. B. (1999). Overcoming obstacles to understanding and solving word problems in mathematics. *Educational Psychology*, 19 (2), 149-164.
- Brodie, K. (1989). Learning mathematics in a second language. *Educational review* 41 (1), 39-53.
- Cattel, R.B. y Cattell, A. K. S. (1991). *Test de factor «g»*. Escalas 2 y 3 (6 edf.). Madrid: TEA.
- Cattell, R. B. y Cattell, A. K. S. (1990). *Test de Factor «g»*. Escalas 2 y 3 (6 ed.). Madrid: TEA.
- Cummins, J. (1976). The influence of bilingualism on cognitive growth: A syntheses of research findings and explanatory hypotheses. *Working Papers on Bilingualism*, 9, 1-43.
- Cummins, J. (1981). The Role of Primary Language Development in Promoting Educational Success for Language Minority Students. En California State Department of Education: *Schooling and Language Minority Students: A Theoretical Framework*. Los Angeles: Evaluation, Dissemination and Assessment Center, California State University.
- Cummins, J. (1983). Interdependencia lingüística y desarrollo educativo de los niños bilingües. *Infancia y aprendizaje*, 21, 37-62.
- Educational Testing Service (1992). *Learning Mathematics*. Washington: IAEF.
- Flavell, J. (1992). Metacognition and Cognitive Monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. Dins T. O. Nelson (Ed.). *Metacognition. Core readings* (pÁg. 3-8). Boston: Allyn and Bacon.
- Greeno, J. G. (1980). Some examples of cognitive task analysis with instructional implications. En R. E. Snow, P. Federico y W. E. Montague. *Aptitude, learning and instruction. Cognitive process analyses of learning and problem solving* (vol. 2). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.



- Huguet, A. (2000, marzo). Relaciones entre enseñanza del asturiano y rendimiento matemático. Primeras notas de una investigación. Conferencia pronunciada en el «VII Alcuentru Llingua Minoritaria y Educación». Oviedo.
- Huguet, A y Suils, J. (1998). *Llengües en contacte i actituds lingüístiques. El cas de la frontera catalano-aragonesa*. Barcelona: Horsori.
- Huguet, A; Vila, I y Llurda, E. (2000). Minority language education in Unbalanced bilingual situations: a case for the linguistic interdependence hypothesis. *Journal of Psycholinguistic Research*, 29 (3), 313-333.
- Lambert, W. E., Genesee, F., Holobow, N, Chartrand, L (1993). Bilingual Education for Majority English-Speaking Children. ISPA, V. VIII, 1, 3-22.
- Lukas, J.F. (1992). Educación bilingüe y rendimiento en matemáticas: resultados de una investigación en el país Vasco. *Revista de Investigación Educativa*, 19, 7-18.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y aprendizaje*, 72, 9-32.
- Mayer, R. (1985). Implications of cognitive psychology for instruction in mathematical problem solving. En E. A. Silver (Ed.). *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*, (pàg. 123-138). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Moreno, A. (1989). *Perspectivas psicológicas sobre la conciencia*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Nelson, K. (1996) *Language in cognitive development: emergence of the dedicated mind*. Cambridge Univ. Press.
- Orrantia, J.; Morán, M. C.; Delia, A. y González, L. (1995). «¡Tenemos un problema...!» Propuesta de un programa para enseñar a resolver problemas de matemáticas. *Comunicación, Lengua y Educación*, 28, 15-28.
- Özerk, K. Z. (1996). Linguistic-minority Students and Bilingual Mathematics Teaching. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 40, 4, 333-348.
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem Solving, Metacognition, and sense Making in mathematics. En D. Grows. *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pàg. 334-370). New York: Macmillan Publishing Company.
- Secada, W. (1991). Degree of bilingualism and arithmetic problem solving in hispanic first graders. *The Elementary School Journal* 92 (2), 213-31.
- Vila, I. (1995). *El català i el castellà en el Sistema Educatiu de Catalunya*. Barcelona: Horsori.
- Willig, A.C. (1985). A Meta-Analysis of Selected Studies on the Effectiveness of Bilingual Education. *Review of Educational Research*, 55, 3, 269-317.

Fecha de recepción: 20 de julio de 2001.

Fecha de aceptación: 4 de junio de 2002.